

自然科学与 现代科技概论

郭守元 张兆敏 主编



科学出版社

内 容 简 介

科学技术是第一生产力。科学修养已成为肩负培养新世纪建设人材的教育界广大干部必不可少的基本素质。自然科学和现代科学技术门类繁多、内容广泛,本书选取了自然科学的一些重要学科、现代科学技术的一些重要领域,按照学科体系,阐明其主要观点、概述其结构体系、简介其基本内容。全书共分9章,它们分别为绪论、物理学、化学、生物学、天文学、地学、数学、系统科学、现代科学技术的主要领域。为了使读者对自然科学有一个宏观的、立体的认识,各个学科都以其历史发展为线索,对其发展过程和成就进行概述,对某些重大历史事实、重要人物进行简介,并追随人类认识自然的历史进程,着眼于历史的启迪,对自然科学的历史和发展前景进行了回顾和展望。为了减少学习的困难,书中只取其结论而不进行数学推导。

本书可供教育界广大干部、教师学习之用,也可供从事科学技术管理工作的人员及广大科技爱好者参考。

自然科学与现代科技概论

郭守元 张兆敏 主编

责任编辑 王昌泰 韩安平

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

北京市东华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1997年9月第 一 版 开本:850×1168 1/32

1997年9月第一次印刷 印张:12 5/8

印数:1—13 100 字数:337 000

ISBN 7-03-006179-9/G·739

定 价: 16.30 元

序 言

中小学校长在发展我国社会主义教育事业中担负着重要历史责任。正如国家教委领导柳斌同志所说：“从某种意义上讲，一个好校长就是一所好学校”。可见，做好中小学校长培训工作，建设一支政治坚定、德才兼备、相对稳定的中小学校长队伍，是全面贯彻落实党和国家的教育方针，改革与发展我国教育事业，不断提高教育质量与效益的一项十分紧迫的战略任务。

近几年，国家教委先后下发了一系列文件，全面、系统地部署了校长培训工作。山东省结合本地实际，扎扎实实地开展了校长培训工作，摸索出了一条中小学校长培训工作新路子。根据国家教委《关于“九五”期间全国中小学校长培训指导性意见》和山东省委组织部、省教委、省人事厅《山东省关于“九五”期间开展中小学校长培训工作意见》，山东省将继续举办全员性、规范性的校长提高培训。“九五”期间的校长提高培训是落实江泽民总书记关于实现教育两个重要转变的需要，是贯彻落实中央“九五”期间十部培训规划，适应教育改革和发展，培养跨世纪高素质教育领导干部的需要。长期以来，受传统计划经济和计划经济体制下传统教育模式的影响，一些学校的领导者养成了墨守陈规的思维定势。社会主义市场经济体制的建立，对传统的教育体制产生了猛烈冲击，校长首当其冲。这就要求我们的校长进一步解放思想，转变观念，注重更新知识，提高能力，增强理论素养，在对学校管理进行客体性调控的同时，更应强调对自身主体性的调控，从而实现领导活动的高效能。要做到这一点，最好的办法就是学习、学习、再学习。

国家教委《关于“九五”期间全国中小学校长培训指导性意见》中规定：中小学校长培训教材要在统一基本要求的前提下逐步实行多样化。为保证培训的质量，防止乱编乱用教材，岗位培训和提

高培训的通用性教材,由国家教委组织编写或择优推荐,各地按需选用。各地可自编或协作编写补充教材。根据这一精神,在国家教委编写中小学校长提高培训必修课教材的基础上,根据山东省校长培训工作的实际需要,我们组织编写了这套提高培训选修课教材,其中包括《现代学校领导研究》、《教育督导简明教程》、《学校行政管理》、《学校美育管理引论》、《自然科学与现代科技概论》、《现代教育改革引论》。为编好这套教材,省教委多次召开研讨会、专家审稿会,各门教材主编、编写人员付出了辛勤劳动。

为中小学校长专门编写一套培训教材,这在山东省尚属首次。教材的出版,无疑对促进中小学校长自身素质及办学育人能力的提高,促进我省基础教育事业的发展具有重要意义。

“学无止境”,希望广大中小学校长在认真学习江泽民同志在纪念中国共产党成立七十五周年座谈会上《关于建设高素质的干部队伍》讲话的基础上,认真学习和阅读这套选修课教材,在理论与实践的结合上努力提高自身素质,做到讲政治,讲学习,讲正气,真正使自己成长为德才兼备、适应教育改革和发展、适应改革开放和现代化建设需要的当代优秀的学校领导干部,为山东省基础教育事业的发展做出自己的贡献。

山东省教委副主任

刘鸣泽

1997年7月1日

前 言

自然科学同人类的生存和发展息息相关,特别是在当代,自然科学和现代科学技术已经渗透到社会政治、经济、文化、生活等各个领域,成为人类认识世界和改造世界的重要手段,成为推动经济发展、社会进步的最活跃、最关键的因素。科学的发展已经成为社会进步的重要内容和突出标志。邓小平同志关于科学技术是第一生产力的论述是对科学技术重要性的高度概括。随着科学的发展和社会的进步,科学修养业已成为现代社会成员不可缺少的基本素质,对于肩负着培育新世纪建设人才的教育界广大干部则更是如此。江泽民同志指出:“抓紧学习和掌握现代科技知识,是摆在我们面前的一项重要任务,各级干部要从事关国家富强、民族振兴的高度来认识学习的重要性,增强学习的自觉性。”我们编写此书,意在帮助广大教育干部较系统地学习自然科学与现代科学技术的基础知识,了解其概貌。

自然科学和现代科学技术门类繁多、内容庞杂,要在有限的篇幅里做较全面的介绍,实非易事。因此,我们选取了自然科学的一些重要学科、现代科学技术的一些重要领域,按照学科体系,阐明其主要观点,概述其结构体系,简介其基本内容。

为了对自然科学有一宏观的、立体的认识,各个学科都以其历史发展为线索,对该学科的发展过程和成就进行了概述,对某些重大历史事实、重要人物进行了简介,并追随人类认识自然的历史进程,着眼于历史的启迪,对自然科学的历史和发展前景进行了回顾和展望。为了减少学习中的困难,尽量只取其结论而不进行过程的推导。

自然科学与现代科技是浩瀚的知识海洋,对其进行全面的概述,我们深感力不从心。尽管我们对书稿进行了多次增删、反复修

改,但由于我们学识浅陋,书中的缺点、讹误仍可能不少,恳请同行和读者批评指正。

本书主编郭守元、张兆敏,副主编于元勋、程梅。第一章由尹吉会编写;第二章由郭守元、官文栋编写;第三章和第八章由张兆敏编写;第四章和第九章第四节由刘运喜编写;第五章由郭守元编写;第六章和第九章第七节由张少明编写;第七章由王建国编写;第九章第一、二、三、五、六节由于元勋编写。全书由郭守元、张兆敏、于元勋统稿。

初稿完成后,吕荣侃、俞雪珍、尹吉会教授审阅了全书,并提出了许多宝贵意见和建议,在此一并致谢!

本书的编写和出版工作,得到了山东省教委师范处、山东省中小学校长培训办公室有关负责同志的亲切关怀和大力支持。

编 者

1997年6月

目 录

序言	(i)
前言	(iii)
第一章 绪论	(1)
一、科学与技术及二者之间的关系	(1)
二、现代科学体系及自然科学的基础学科结构	(5)
三、现代科学技术的特点	(8)
四、现代自然科学的社会功能	(10)
第二章 物理学	(12)
第一节 物理学的研究对象和特点	(12)
一、物理学的研究对象	(12)
二、物理学的学科特征	(13)
第二节 经典物理学	(16)
一、力学	(17)
二、热学	(29)
三、电磁学	(37)
第三节 现代物理理论基础	(45)
一、19 世纪末物理学上的三大发现	(46)
二、狭义相对论概要	(48)
三、广义相对论	(53)
四、量子力学	(57)
第四节 粒子物理学	(63)
一、对物质结构探索的回顾	(64)
二、粒子和粒子的基本特征	(65)
三、粒子之间的基本相互作用	(66)
四、粒子的分类	(67)
五、守恒定律和对称原理	(68)
六、强子的结构	(70)

七、相互作用的统一理论	(71)
第三章 化学	(73)
第一节 化学的研究对象与学科结构体系	(73)
一、化学的研究对象	(73)
二、化学的分类与学科体系结构	(74)
三、化学与人类社会	(76)
第二节 古代化学的萌芽	(79)
一、元素思想的雏形	(79)
二、结构学说的胚胎	(80)
三、反应理论的萌芽	(81)
第三节 科学化学的确立与近代化学的发展	(82)
一、科学化学的确立	(82)
二、氧化学说	(84)
三、原子-分子学说	(88)
四、有机化学的产生和经典有机结构理论	(93)
五、化学元素周期律的发现	(98)
六、物理化学的形成和早期发展	(101)
第四节 现代化学的发展和成就	(105)
一、原子结构理论的建立与元素周期律的发展	(105)
二、化学键理论与量子化学	(110)
三、晶体结构与结构化学	(114)
四、核化学的产生、发展和成就	(115)
五、现代无机化学的发展与成就	(118)
六、现代分析化学的发展	(120)
七、现代有机化学和高分子化学	(122)
八、现代物理化学的发展与成就	(127)
九、现代化学的特点与发展趋势	(131)
第四章 生物学	(137)
第一节 生物学的研究对象、体系结构和研究方法	(137)
一、生物学的定义	(137)
二、生命的基本特征	(137)
三、生物学科	(139)

四、生物学的重要意义	(140)
五、现代生物学中的几个方法学问题	(142)
六、生物学发展趋势	(144)
第二节 近代生物学的发展及成果	(145)
一、细胞学说的建立	(145)
二、达尔文进化论	(149)
三、孟德尔遗传理论	(153)
第三节 现代生物学	(158)
一、生命的起源	(158)
二、分子生物学	(172)
第五章 天文学	(180)
第一节 天文学的研究对象与学科分类	(180)
一、天文学的研究对象	(180)
二、天文学的分类	(180)
三、天文学的研究意义	(181)
第二节 天文学的一些基本概念	(183)
一、距离	(183)
二、星等系统	(184)
三、太阳的基本数据	(184)
四、宇宙中的天体	(185)
第三节 哥白尼与近代天文学	(188)
一、古代天文学的产生和发展	(188)
二、近代天文学的产生和发展	(191)
三、18 世纪到 19 世纪的天文学	(193)
第四节 20 世纪的天文学	(194)
一、20 世纪天文学的主要成就	(195)
二、现代宇宙学	(201)
第六章 地学	(208)
第一节 地学的研究对象和学科分类	(208)
一、地学的研究对象及特征	(208)
二、地学的学科分类	(209)
三、地学与地理学的关系	(210)

第二节	古代地学萌芽和前期发展	(210)
一、古代地学萌芽	(210)	
二、西方古代地学知识	(211)	
三、中国古代地学知识	(212)	
第三节	近代地学的发展和地学科学的建立	(214)
一、地理大发现及对近代地学的影响	(214)	
二、初创时期的地质学	(217)	
三、近代地理学的形成	(221)	
四、构造地质学的产生	(223)	
第四节	现代地学的发展成果及未来展望	(225)
一、我国科学家在地学上的贡献	(225)	
二、板块构造学说与现代地学革命	(227)	
三、地学展望	(231)	
第七章	数学	(234)
第一节	数学的对象、特点及其与自然科学的关系	(234)
一、数学的研究对象	(234)	
二、数学的特点	(235)	
三、数学同自然科学与技术的关系	(236)	
四、数学发展的分期	(239)	
第二节	常量数学	(240)
一、初等几何	(240)	
二、初等代数	(244)	
三、三角学	(245)	
四、第一次数学基础危机	(246)	
第三节	变量数学	(249)
一、变量数学的产生	(249)	
二、牛顿、莱布尼兹与微积分	(253)	
三、分析学的基本内容	(258)	
四、概率论	(265)	
第四节	现代数学	(267)
一、实数理论 集合论 数理逻辑	(267)	
二、函数论	(270)	

三、代数	(273)
四、几何	(276)
五、数论	(281)
六、应用数学简介	(283)
第八章 系统科学	(287)
第一节 系统科学概述	(287)
第二节 系统论	(289)
一、系统的概念和特征	(290)
二、系统的分类	(292)
三、系统论及其基本原理	(293)
第三节 信息论	(297)
一、信息的概念及特征	(298)
二、信息的分类	(299)
三、信息论基础知识	(301)
第四节 控制论	(304)
一、控制论的基本概念	(305)
二、控制论的应用及其发展趋势	(308)
第五节 系统科学方法	(311)
一、系统科学方法及其特点	(311)
二、系统科学方法的基本原则	(313)
三、系统科学方法的意义	(316)
四、系统科学方法简介	(317)
第九章 现代科学技术的主要领域	(326)
第一节 电子计算机技术	(326)
一、电子计算机的产生与发展	(326)
二、电子计算机系统的构成	(327)
三、微电子技术及微型电子计算机	(330)
四、从计算机网络的发展看现代通信技术革命	(334)
第二节 材料科学技术	(338)
一、材料科学技术的历史发展	(338)
二、引人注目的新材料	(340)
三、材料科学技术的发展趋势	(345)

第三节 能源科学技术	(346)
一、能源及其分类	(346)
二、能源科学技术的发展与能源危机	(348)
三、几种有希望的新能源	(349)
第四节 生物工程	(355)
一、基因工程	(356)
二、细胞工程	(359)
三、微生物工程	(359)
四、酶工程	(360)
五、蛋白质工程	(363)
第五节 空间科学技术	(366)
一、火箭技术的发展与空间科学技术的诞生	(367)
二、无人航天器	(369)
三、载人航天器	(375)
四、空间科学技术的发展前景	(377)
第六节 激光理论与技术	(379)
一、激光的基础理论	(379)
二、激光的奇异特性	(381)
三、激光器的种类	(382)
四、激光技术的应用	(383)
第七节 海洋科学技术	(385)
一、海洋与人类	(385)
二、海洋资源开发技术及其发展前景	(388)
三、海洋环境保护	(391)

第一章 绪 论

自然科学和现代科技是生产力发展的主要动力,是人类社会进步的重要标志,是人类征服自然和改造社会的有力武器。马克思说:“把科学首先看成是历史的有力杠杆,看成是最高意义上的革命力量。”当今科学技术日益渗透于经济发展和社会生活各个领域,成为现代社会进步的决定性力量。当今国际间的竞争,说到底还是综合国力的竞争,关键是科学技术的竞争。邓小平同志高瞻远瞩,明确提出“科学技术是第一生产力”的科学论断。各级教育行政部门的广大干部、中小学校长,以及其他从事教育管理的工作者,都应适当地了解和掌握一定的科学知识,契而不舍地努力学习,不断汲取新的知识充实自己,以提高决策水平和领导艺术,用科学知识促进人类文明进步,这是时代赋予的伟大使命。

一、科学与技术及二者之间的关系

1. 什么是科学

科学这个词,不同的人中可能会有层次不同的理解。给科学下个确切的定义,并非易事。因为,科学的定义是随人类实践活动的发展而变化的。历史条件不同,人们对科学本质的理解也有所不同。

科学是人类社会的组成部分,是从人类实践活动中产生出来的一种社会现象。科学也与其他事务一样,有其孕育、萌发、形成和发展的过程。科学和人类自身一样源远流长。

古代自然科学,除了少数学科达到了定律、原理、学说的水平,形成理论形态外,绝大部分还是生产和生活经验的积累和总结,总体上比较粗糙、原始,往往含有若干片面甚至错误的东西,但对当

时人类适应自然界,改造自然环境起到了一定的作用。

“科学”一词在梵语中是“特殊智慧”的意思,在拉丁语中则是指“学问”或“知识”的意思。随着近代科学的蓬勃发展,逐渐形成了科学研究的系列方法,对科学的含义有了更深刻的理解。科学是一种知识体系,是人类通过经验或者理性所获得的,可以用实验证明的知识总和,是人类对自然规律的认识。

19 世纪末 20 世纪初以来,科学活动发生了伟大的革命,所有现代科学活动都组织在一定的社会形式中,形成了独立的社会建制,而且日益庞大和复杂。科学活动不仅是人类的社会化活动,而且形成了有组织有系统的知识结构体系。著名的科学学创始人贝尔纳(J. D. Bernal, 1901—1971)认为,现代科学是一种建制、一种方法、一种积累的知识传统、一种维持或发展生产的主要因素,是构成我们诸信仰和对宇宙及人类诸态度的最强大的势力之一。

科学的发生和发展一开始就是由生产决定的,“人的认识主要依赖于物质的生产、逐渐地了解自然现象,自然的性质,自然的规律性,人和自然的关系。”但是,科学一旦分化成相对独立的社会活动,又有其特殊的发展规律。现代科学正在加速分化,同时又综合为统一的整体,显示出科学整体的特征、结构和规律性。科学的本质特点:第一是体系化、条理化的经验判断的结果加以阐明的论证特点;第二是通过观察、实验加以验证的验证特点;第三是经过许多科学家加以重复检验,得到公认的复证特点。

自然科学是人类对自然界的现象、物质的性质及其运动规律的认识总结,这种认识成果来源于改造自然的实践活动:一是生产实践;二是科学实验。这两种实践活动是自然科学的根本来源。同时,自然科学也是人们在实践活动基础上进行理论思维的结果。因此,可以说自然科学是关于自然知识的体系,是人们认识自然界的现象和研究物质的形态、结构、性质、运动形式,探索自然规律的一种认识活动。

2. 什么是技术

技术一词在古希腊语中是“技艺”或“手艺”的意思。17 世纪,

技术一词引入英语,意思是完美而又实用的技艺。法国科学家狄德罗(Diderot,1713—1784)给技术下了一个定义:“为了同一目的而共同协作完成的工具和规则的体系”。他认为技术是工具和工艺组成的,即技术除指工具和机器之外,还包括方法、工艺流程和技术思想。现在一般把技术定义为:人类借以改变或改造环境的方法或活动。或者说,技术是人类为实现社会需要而进行创造的手段的总和。

技术的发展经历了漫长的历史过程,技术与人类的历史一样久远。当人类创造第一个生产工具时就产生了最初的生产技术。人类发展的每一历史阶段都有其中心技术。原始社会以石器技术为中心,以后是青铜技术、铁器技术、蒸汽机技术,再以后是以电力技术为中心,今日则是以各种现代技术为中心。随着社会历史的进步,人类依靠日益积累的知识不断创造出各种技术,从而不断提高人类改造自然的能力,满足社会日益增长的各种需要。技术可以分为生产技术和非生产技术。生产技术是技术中最基本的部分,它是生产力发展水平的主要标志。非生产技术有军事技术、日常生活技术、卫生技术、教育技术等。按技术的性质又有硬技术和软技术之分,硬技术是指满足社会需要的各种物质手段,而如何运用各种物质手段达到一定社会目的的知识、方法、技能和技巧则称为软技术,如决策技术、预测技术、评价技术等等。

技术的基本要素是能源、材料、信息以及工艺。能量转换是技术的主要领域之一,从人力、畜力到蒸汽力、电力以及核力,能量转换方式的每一次变革都标志着重大的技术革命。每一次能源、材料、信息技术的重大变革,都会引起新的产业革命。

本世纪中叶以来,随着现代技术的飞速发展,出现了一些极有特征的技术领域,通常被称为“高技术”。高技术的主要特征是高效益、高智力、高投入、高竞争、高风险、高潜能。目前,比较公认的高技术领域主要有计算机信息技术、新材料技术、新能源技术、生物技术、航天技术、激光技术、海洋技术等等。这些主要技术领域代表了现代技术的发展水平。

3. 科学与技术的区别和联系

现代社会中科学与技术的联系十分密切,现代技术越来越脱离经验而依赖于科学、科学产生技术。现代科学的发展也离不开现代技术,技术推动科学的发展。所以,人们习以为常地把科学和技术两个词联起来使用。实际上,科学和技术既有相互间的统一性,又有本质上的差异性。它们之间的差异性主要体现在以下几个方面:

首先是根本职能上的差异。科学的根本任务是研究自然规律,着重回答“是什么”、“为什么”的问题;技术的根本职能是对自然的控制和利用,着重回答“做什么”、“怎么做”的问题。科学属于由实践到理论的转化领域,它本身是形态的东西,属精神财富。技术主要属于由理论向实践转化的领域,它本身是物化了的科学知识,属于社会的物质财富。

其次,科学和技术在社会生活中的地位和作用不同,社会经济价值也不同。科学的发展依赖于生产技术、实验技术,哲学思想等。科学具有长远的、根本性的经济价值,而且具有认识上、文化上和哲学上的价值,有振奋民族精神和提高进取心的价值。科学理论上的重大发现可以造成技术上的重大突破。技术的发展同社会经济和生产紧密相关,技术上的发明和推广应用,具有直接提高生产力、振兴经济的价值,直接产生社会经济效益。

再次,科学和技术具有不同的发展过程和特点。科学是探索未知的活动,它通常是在认识客观自然规律的过程中发现新的理论。科学只能是新发现,而不能说是新发明。当一种新的科学理论形成,被实践证实其优于旧学说后,人们才能给予“追认”。自然科学基础理论革命很少具有“有计划实行”的性质。因此,在科学工作的指导上是难以规定科学探索必定成功或指日成功的。技术革命是手段和方法体系的变革,技术上的重大改革,可以称新发明。可以按预定的目标,有计划、有步骤地去实现,它是在科学理论指导下进行的,是科学原理的具体化运用。技术发明和推广必须考虑到经济上的实用性因素。

在现实社会生活中,科学与技术之间有着密切的相互对应关系。一般来说,科学水平高的国家,其技术水平也高;技术水平高的国家,其科学水平也会较高。但二者之间在同一国家内部并不一定,都成正比关系,例如日本的科学水平总的说来不如美国高,但许多生产技术却高于美国。

总之,科学革命是技术革命的先导,技术革命又为科学革命奠基。现代技术完全建立在现代科学的基础上,现代科学装备了复杂的现代技术和设施。对科学来说,技术是科学的延伸;对技术来说,科学是技术的升华。科学和技术是既有区别又密切联系的统一体。

二、现代科学体系及自然科学的基础学科结构

1. 现代科学的发展由来

现代科学像一座宏伟的大厦,发展至现在历经了萌芽、形成和发展的漫长历史过程,从根源上追溯,它与人类在地球上生存约300万年的历史一样久远。我们粗略地把科学成长的历史划分为7个阶段:自有人类开始到公元15世纪可以称之为科学的萌芽阶段,这一漫长的历史时期,科技知识集积是粗浅的、零散的、非常缓慢地来自于生产、生活的经验总结,其中混杂着若干谬误和迷信的东西,因此这一阶段科学未形成体系。从16世纪到19世纪末近400年,这一时期科学发展伴随着资本主义从兴起到昌盛的历史时期,正如马克思和恩格斯在《共产党宣言》中写的:“资本主义在它不到一百年的阶级统治中所创造的生产力,比过去一切世代创造的全部生产力还要多,还要大。自然力的征服,机器的采用,化学在工业和农业中的应用,轮船的行驶,铁路的通行,电报的使用,整个整个大陆的开垦,河川的通航,仿佛用法术从地上呼唤出来的大量人口……,过去哪一个世纪能够料想到有这样的生产力潜伏在社会劳动里呢?”科学在这期间得到迅速发展。随着人们对自然界和人类社会认识的深化,科学大踏步地前进,科学革命带来了技术革命,技术革命推动了产业革命。这时人们认识到科学是一种潜在